
RAPPORT

Fv551 Folgefonntunnelen

OPPDRAAGSGIVER

Statens Vegvesen

EMNE

Utredning oppgradering Folgefonntunnelen

DATO / REVISJON: 23. mai 2019 / 02

DOKUMENTKODE: 10208745-TVF-RAP-001



Statens vegvesen

Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAAG	Fv.551 Folgefonntunnelen - Utgreiing	DOKUMENTKODE	10208745-TVF-RAP-001
EMNE	Utredning oppgradering Folgefonntunnelen	TILGJENGELIGHET	Begrenset
OPPDRAAGSGIVER	Statens Vegvesen	OPPDRAAGSLEDER	Katrine S. Kvinge
KONTAKTPERSON	Frode Lykkebø	UTARBEIDET AV	Katrine S. Kvinge
KOORDINATER		ANSVARLIG ENHET	Multiconsult Norge AS
GNR./BNR./SNR.			

SAMMENDRAG

Folgefonntunnelen (Fv 551) mellom Odda og Austrepollen ble åpnet for trafikk i 2001 og er i dag Norges tredje lengste vegtunnel. Det er nå stilt krav om oppgradering av tekniske installasjoner og standarder for tunnel med bakgrunn i EUs krav om oppgradering etter tunnelsikkerhetsforskriften (TSF). EUs sikkerhetsdirektiv TSF skal sikre alle tunneler med lengde over 500 m et lavest tillatt sikkerhetsnivå. Målet med forskriften er å forebygge kritiske hendelser som kan sette menneskeliv, miljøet og tunnelanlegg i fare og å sørge for vern i tilfelle av ulykker.

Det har tidligere vært utarbeidet kostnadsoverslag og forslag til konkrete tiltak. Disse er nå revidert med bakgrunn i:

- mål om å redusere usikkerhetsnivået i anslaget for prosjektet fra 40% til 25%
- innarbeide krav og forslag til tiltak ut fra Statens vegvesen sine oppdaterte håndbøker
- samlet sett revidere og sikre beslutningsgrunnlaget som skal til politisk behandling i Hordaland fylkeskommune

Oppgraderingsalternativ

I rapporten som er utarbeidet foreligger det 3 alternative tiltak for oppgradering av Folgefonntunnelen:

Alternativ 0: risikoreduserende tiltak som kan innføres i perioden før oppgraderingen (0-10 år) uten store merkostnader ved oppgradering

Alternativ A: er det absolutte minimum av tiltak som kreves for å innfri krav angitt i TSF

Alternativ B: inneholder i tillegg til «A» faglige anbefalinger og opplisting av tiltak av hva som bør inngå i en oppgradering basert på risikovurdering, krav i gjeldende håndbøker, TS rapport og tekniske løsninger som påvirker drift og vedlikehold av tunnelen

Alternativ 0 omhandler kun enkle risikoreduserende tiltak som kan innføres før oppgraderingen uten at dette medfører store merkostnader når tunnelen skal oppgraderes. Anbefalte tiltak i alternativ 0 ansees som risikoreduserende, men det totale risikobildet for tunnelen vil ikke endres tilstrekkelig til at dette alene kan brukes som argument for å utsette oppgradering etter TSF.

02	23.05.2019	Resultat kostnadsanslag kap. 5.5 tabell 2 revidert.	AW	KSK	KSK
01	03.05.2019	Komplett rapport.	KSK	AØ/KT/HCDS	KSK
00	29.04.2019	1. utkast rapport	KSK		
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Alternativ A vil sikre tunnelen i forhold til TSF, men integrerer ikke krav og anbefalinger fra Statens vegvesen som ligger i Alternativ B. Alternativ A vil heller ikke gi et tilfredsstillende risikonivå dersom krav i håndbøker benyttes som akseptkriterie for risiko, slik som anbefalt i risikoanalyse fra AskRisk [se vedlegg 6]. **Alternativ B** inneholder i tillegg til tiltak som inngår i alternativ A og 0 faglige anbefalinger, som gitt i punkt over. Beskrivelse av de konkrete tiltakene inngår i kapittel 4.2.

Kostnadsanslag

Det reviderte kostnadsanslag for Folgefonntunnelen er utført etter Anslagsmetoden som beskrevet i SVVs håndbok R764. Kostnadsanslaget ligger innenfor kravet til 25% nøyaktighet. Beregnet P50 kostnad for de ulike alternativene er gitt i tabell under.

Alternativ	P50 kostnad [mill. NOK inkl. mva]
B	622,49
A	476,10
Null	11,99

Faglig tilrådning

Den faglige tilrådningen i rapporten er å oppgradere tunnelen og følge de tiltak som er beskrevet i **Alternativ B**. Tiltak som inngår i alternativ B vil tilfredsstillende håndboks krav til sikkerhetstiltak og sikkerhetsinstallasjoner for tunnel og implementere tiltak gitt av TS rapport. Risikoanalyse utarbeidet av AskRisk [6], benytter bl.a. tilfredsstillende av håndboks krav som akseptkriterie for risiko.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn	6
1.1	Tunnelsikkerhetsforskriften	6
1.2	Mål med utredning og kostnadsanslag	6
1.3	Grunnlag for rapport.....	7
1.4	Risikovurdering	8
2	Folgefonntunnelen – bakgrunn og historikk	8
3	Sikkerhet i tunnel.....	9
4	Oppgradering av Folgefonntunnelen.....	10
4.1	De ulike alternativene	10
4.1.1	Alternativ 0 – Holde tunnelen i drift i 0-10 år før oppgradering	10
4.1.2	Alternativ A – Oppgradering i henhold til TSF	10
4.1.3	Alternativ B – Anbefalte tiltak ved oppgradering.....	11
4.2	Tiltak og anbefalinger oppgradering.....	11
4.2.1	Havarinisjer og snunisjer	11
4.2.2	Strømforsyning og nødstrømsystem.....	11
4.2.3	Belysning.....	12
4.2.4	Rømningslys	12
4.2.5	Ventilasjon	12
4.2.6	Skilt, signaler og bommer	13
4.2.7	Nødstasjoner.....	13
4.2.8	ITV-overvåkning	13
4.2.9	Nødnett og radiokringkasting	13
4.2.10	Høyttalesystem.....	13
4.2.11	Slokkevann.....	14
4.2.12	Vann og avløp	14
4.2.13	Rekkverk portalområder	14
4.2.14	Fremmedelementer tunnelvegg	14
4.2.15	Strossing for kjøreboks	15
5	Kostnadsanslag	15
5.1	Anslagsmetoden	15
5.2	Resultater kostnadsanslag	16
5.3	Nøyaktighet og usikkerhet i anslag	16
5.4	Konklusjon kostnadsanslag	17
5.5	Anleggsbidrag høyspent og fiber	17
6	Referanser	18

1 Bakgrunn

1.1 Tunnelsikkerhetsforskriften

EU-parlamentet vedtok i april 2014 et direktiv om minstekrav til tunnelsikkerhet for tunneler i det Trans-Europeiske transportsystemet med lengde over 500 m (DIRECTIVE 2004/54/EC). Direktivet ble først implementert i Norge for tunneler på riksveiene gjennom «Forskrift om minimum sikkerhetskrav til visse vegtunneler» (FOR-2007-05-15-517) [se vedlegg 1]. For fylkesveier ble direktivet implementert gjennom «Forskrift om minimum sikkerhetskrav til visse tunneler på fylkesvegnettet og kommunalt vegnett i Oslo» (FOR-2014-12-10-1566) [se vedlegg 2], med ikrafttredelse fra 01.01.2015. For fylkesvegnettet gjelder dette tunneler på over 500 m og med en årsdøgntrafikk (ÅDT) på 300 eller mer.

Formålet med forskriften er å sikre laveste tillate sikkerhetsnivå for trafikanter i tunneler med krav til å forebygge kritiske hendelser som kan sette menneskeliv, miljøet og tunnelanlegg i fare og å sørge for vern i tilfelle av ulykker.

1.2 Mål med utredning og kostnadsanslag

Hordaland fylkeskommune har søkt om forlenget frist for gjennomføring av oppgraderingene, og en plan for utbedring av de lange fylkesveiene ble lagt frem våren 2015 [se vedlegg 4]. Søknaden ble innvilget av Vegdirektoratet og frist forlenget til 2025. Det ble deretter utarbeidet en rapport med finansieringsbehov for tunneloppgraderingene, med oppdaterte premisser for kostnadsberegninger [se vedlegg 3]. Beregnede kostnader fra disse to rapportene hadde et usikkerhetsnivå på +/- 40 %.

Statens vegvesen har etter dette fått i oppgave å utarbeide et nytt kostnadsanslag for Folgefonntunnelen, med mål å redusere usikkerhetsnivået i anslaget. I tillegg skal det i kostnadsanslaget prises to ulike alternativ til oppgradering.

- **Alternativ A** er definert som det absolutte minimum som kreves for å innfri krav gitt i tunnelsikkerhetsforskriften
- **Alternativ B** er sterke faglige anbefalinger av hva som bør inngå i en oppgradering, basert på risikovurdering, TS-rapport, krav i gjeldende håndbøker og tekniske løsninger som påvirker drift og vedlikehold

Multiconsult har utarbeidet anbefalinger til tiltak som inngår i alternativ A og B. Kostnadsanslag med oppdaterte kostnadstall er utarbeidet i samarbeid med Statens vegvesen. Tilstanden på tunnelen er kartlagt innenfor prosjektets rammer og det foreligger forslag til hvilke tiltak som skal til for å holde tunnelen i drift i en 0-10 års periode før en oppgradering eventuelt vil utføres. Dette er i rapporten omtalt som alternativ 0.

- **Alternativ 0** inneholder tiltak som anbefales innført før oppgradering etter alternativ A eller B.

Det anbefales i alternativ 0 noen konkrete risikoreducerende tiltak som kan utføres før oppgraderingen. Dette er tiltak som i stor grad kan innføres uten at det medfører store kostnader med å bevare de nye installasjonene når tunnelen skal oppgraderes. Kostnader og omfang til normalt drift og vedlikehold inngår ikke i rapporten og kostnadsanslaget.

1.3 Grunnlag for rapport

Det er i tillegg til foreliggende rapport utarbeidet et notat med tiltaksplan/premissnotat for oppgradering av Folgefontunnelen [se vedlegg 5]. Notatet er basert på aktuelle håndbøker, detaljert risikoanalyse utarbeidet av AskRisk, TS rapport, tilgjengelig dokumentasjon for tunnelen, samt tilbakemeldinger fra Statens vegvesen angående tilstand på tunnelen og tekniske installasjoner. Det er utført inspeksjon og innmåling av drensssystem, men det foreligger fremdeles usikkerhet rundt tilstand på drenssystemet, da underlag fra videoinspeksjon ikke er fullstendig gjennomgått og analysert. Det er opprettet og utarbeidet en 3D modell av tunnelen, basert på scannedata, og modell er benyttet for kartlegge hvor det må tas ut fjell for å oppnå krav i forhold til fri høyde og bredde i tunnelen. Ventilasjonsberegninger er også foretatt, for å kunne anslå mengde og størrelse på ventilatorer. Tilgjengelige grunnlagsdokumenter for rapporten er listet opp i Tabell 1.

Skiltplan for områder utenfor tunnelportalene er utarbeidet. I skiltplanen vises anbefalt ny løsning for skilt i dagsonen. Det er også utarbeidet en F-tegning som viser snitt av tunnelprofilen, med løsning for sideareal i tunnelen.

Tiltak som inngår i foreliggende rapport er basert på en tidligfaseutredning av tunnelen, og ikke en ferdig prosjektert løsning. Ved prosjektering av utbedring av Folgefontunnelen vil løsninger og mengder kunne endre seg fra tiltak som angitt i rapport. Løsninger som velges vil også i stor grad være avhengig av når en oppgradering utføres, da både tekniske krav og tilgjengelig teknologi er under stadig utvikling for tunnelanlegg.

Tabell 1: Grunnlagsdokumentasjon

Dokumentnavn	Revisjon/dato	Utarbeidet av	Referanse
10208745-NOT-TVF-001 Premissnotat og tiltaksplan	Rev.03/ 22.03.2019	Multiconsult	[5]
Risikoanalyse av Fv. 551 Folgefontunnelen	18.09.2015	AskRisk	[6]
10208745-TVF-NOT-002 Risikovurdering Folgefontunnelen	22.03.2019	Multiconsult	[7]
TS rapport – Vurdering av Folgefontunnelen før tiltak	27.11.2018	Statens vegvesen	[8]
10208745-TVF-NOT-007 Folgefontunnelen oppgradering, Kostnadsoverslag etter Anslagmetoden	26.04.2019	Multiconsult	[9]
10208745-TVF-NOT-004 Vurdering av ventilasjon	01.02.2019	Multiconsult	[13]
10208745-TVF-NOT-005 Evakuringslys	24.02.2019	Multiconsult	[14]
10208745-TVF-NOT-006 Dimensjonering ventilasjon	17.03.2019	Multiconsult	[15]
Beredskapsplan Fv.551 Folgefontunnelen	01.06.2015	Statens vegvesen	[16]
Tilgjengelig FDV dokumentasjon		Diverse	
Som bygget tegninger		Diverse	

Nye tegninger: L001, L002, F002	20.03.2019	Multiconsult	
Novapointmodell Folgefonntunnelen	2019	Multiconsult	
Navisworksmodell, innmålte scan	2019	Statens vegvesen	

1.4 Risikovurdering

Detaljert risikoanalyse for Folgefonntunnelen ble utarbeidet av AskRisk i 2015 [se vedlegg 6]. Multiconsult har under utredning av tiltak for oppgradering av Folgefonntunnelen utarbeidet en egen risikovurdering. Multiconsults risikovurdering er ikke en detaljert risikovurdering i henhold til krav fra TSF og håndbøker, og skal dermed ikke erstatte detaljert risikoanalyse fra AskRisk. Målet for denne utarbeidelsen av supplerende risikovurdering kan oppsummeres i to hovedpunkt:

- Vurdere anbefalte risikoreduserende tiltak fra detaljert risikoanalyse [jfr. vedlegg 6], og vurdere om/og i hvilket alternativ av oppgraderingen de bør inngå
- Utføre en risikogjennomgang av tiltak der kravene i forhold til Statens vegvesen sine håndbøker har endret seg etter 2015.

Risikoanalysen fra AskRisk definerer at et av akseptkriteriene for tunnelen er at den tilfredsstillende håndboks krav fra Statens vegvesen. Flere av håndbøkene er revidert etter at AskRisk sin risikoanalyse ble utført. Vi har derfor gjort en forenklet risikovurdering for disse konkrete punktene og supplert disse.

Risikovurdering danner grunnlag for hvilke anbefalinger som gis for oppgraderingen. Tiltak er vurdert der det enten er kommet en endring i håndboks krav som kan endre anbefaling fra risikoanalyse utarbeidet i 2015 [6], eller der denne risikoanalysen [6] har foreslått et tiltak som skal vurderes implementert.

Risikonivået i dagens tunnel vurderes ikke som akseptabelt etter som anlegget ikke tilfredsstillende kravet i TSF og heller ikke er i tråd med krav i de oppdaterte håndbøkene til Statens vegvesen. Dette gjelder også dersom tiltak som anbefales før oppgradering innføres. Anlegget innehar større mangler som vil utgjøre en stor risiko ved en alvorlig hendelse slik som tunnelbrann. Eksempel på mangler er lav kapasitet på brannventilasjon og mangel på rømningslys. Ved å vedlikeholde og ivareta dagens installasjoner vil man dermed beholde samme risiko og sikkerhetsnivå, frem til en oppgradering av tunnelen er utført. En oppgradering av tunnelen tilsvarende alternativ A, som ivaretar krav gitt i TSF, vil heller ikke gi et tilfredsstillende risikonivå dersom krav i håndbøker benyttes som akseptkriterie for risiko, slik som anbefalt i risikoanalyse fra AskRisk [se vedlegg 6].

2 Folgefonntunnelen – bakgrunn og historikk

Folgefonntunnelen ligger i Hordaland Fylke på Fv. 551 mellom Odda og Austrepollen og åpnet for trafikk i 2001. Tunnelen har et trafikkgrunnlag på 1260 kjøretøy pr. døgn (ÅDT). Forventet ÅDT i 2037 er 2430. Tunnelens lengde er hele 11 150 m noe som gjør den til Norges tredje lengste tunnel. Fartsgrense i tunnelen er 80 km/t, med unntak av munning mot Odda der fartsgrensen er satt til 60 km/t.

Det er dokumentert få trafikkulykker i Folgefonntunnelen, 6 ulykker er registrert i perioden 2006-2016. Av disse er det registrert en møteulykke, en forbikjøringsulykke og 4 utforkjøringsulykker [se vedlegg 6]. Det er heller ikke registrert branner med personskade. Da tunnelen er svært lang og ikke har rømningsveier, kan en uønsket hendelse få svært alvorlige konsekvenser. Det er relativt kort utrykningstid for redningsetater, men dette avhenger av hvor i tunnelen en slik hendelse inntreffer.

Tunnelen tilfredsstillende ikke dagens krav til utforming av tverrsnitt for nye tunneler, da den er forholdsvis smal med en kjørebredde er 2 x 3 m og en asfaltert 'skulder' på ca. 0,5 meter på hver side av hvert kjørefelt. Tunnel har en fri kjørehøyde på 4,5 meter. Maksimal stigning ligger på 3 %, med et høybrykk i tunnelen.



3 Sikkerhet i tunnel

Generelt er det mindre sannsynlighet for å bli rammet av en ulykke i tunnel enn på veg i dagen. Men dersom det skjer en ulykke i tunnel, kan den få betydelige konsekvenser. Stengning av tunneler på sammenhengende veiruter kan også få store samfunnsøkonomiske konsekvenser, slik som redusert fremkommelighet, økte transportkostnader, større risiko i forhold til samfunnsikkerhet (lenger veg for brann-, politi, ambulanse) og økt kjøretid. Hvilke faktorer som bidrar mest til liv og helse og fare for stengning er derfor viktig i en sikkerhetsvurdering.

Både utforming av tunnel, utforming av sidearealer, tekniske installasjoner og sikkerhetsutrustning er å anse som vesentlige for både sannsynlighet for en uønsket hendelse, samt konsekvens av dette. Ved en ulykke som f.eks. brann, baseres evakuering på selvredningsprinsippet. Sikkerhetsinstallasjoner og utforming skal bidra til så rask og sikker evakuering som mulig for trafikanter.

Tunnelsikkerhetsforskriften stiller krav til både sikkerhetsutrustning og utforming av tunnel for å sikre et minimumsnivå av sikkerhet i tunnelen. Statens vegvesen sine egne håndbøker stiller krav som går ut over dette, og det anbefales å følge krav til sikkerhetsinstallasjoner fra håndbøker i alternativ B. Der det som følge av TSF skiftes ut installasjoner, bør ny løsning utføres i henhold til krav i gjeldende håndbøker. Det anbefales også at nye installasjoner og ved utbedring/utforming av tunnelen etterstrebtes å ivareta krav til universell utforming.

Statens vegvesen sin håndbok N500 [10] lister opp følgende tiltak som aktuelle for å sikre akseptabelt sikkerhetsnivå i tunneler.

Sikkerhetstiltak:

- Havarinisjer
- Snunisjer
- Nødutganger

Sikkerhetsutrustning:

- Strømforsyning
- Nødstrømsystem
- Belysning
- Rømningslys
- Ventilasjon
- Skilt og signaler
- Nødstasjoner med brannslukkere og nødtelefon
- Sløkkevann
- Fjernstyrte bomber for stengning
- ITV-overvåkning
- Nødnett og radiokringkasting
- Høytalersystem
- Høydehinder

4 Oppgradering av Folgefonntunnelen

4.1 De ulike alternativene

4.1.1 *Alternativ 0 – Holde tunnelen i drift i 0-10 år før oppgradering*

Det er under utredning av tunneloppgraderingen, laget en anbefaling for hva som bør utføres under en 0 – 10 års periode, før oppgradering av tunnelen (alternativ A eller B). Tiltak som anbefales innført før oppgraderingen er skilt ut i kostnadsanslag og presentert i denne rapporten, se kapittel 5.2. Kostnader som gjelder drift og vedlikehold som følge av alminnelig forfall i tunnelen er ikke medtatt i dette anslaget. Løsningen som velges her, samt omfang av forfall som drift og vedlikehold må utføre, vil i stor grad være avhengig av når en oppgradering utføres.

Anbefalingen er basert på forutsetningen om at tiltak i denne perioden *ikke* skal medføre store merkostnader grunnet endringer som utføres under oppgradering etter alternativ A/B. Dette begrenser derfor hvilke tiltak som inngår i dette alternativet. Anbefalte tiltak ansees som risikoreduserende, men det totale risikobildet for tunnelen vil ikke endre tilstrekkelig til at dette alene kan brukes som argument for å utsette oppgradering etter TSF.

4.1.2 *Alternativ A – Oppgradering i henhold til TSF*

Alternativ A er definert som det absolutte minimum som kreves for å innfri krav gitt i tunnelsikkerhetsforskriften. Flere av tiltakene som inngår i alternativ A er ikke et direkte krav fra TSF, men kommer som en konsekvens av endringer for å tilfredstille TSF. Et eksempel på dette er nye tekniske bygg. Grunnet nye sikkerhetsinstallasjoner og oppgradering av bl.a. belysning og ventilasjon, vil effektbehovet øke og de eksisterende tekniske byggene har ikke kapasitet for utvidelse for å ivareta dette. Et annet eksempel er utbedring av nødstasjoner. Tunnelen har i dag nødstasjoner som tilfredsstiller krav i TSF, men grunnet andre tiltak som bl.a. ny føringskant og ny løsning for grøfter og tekniske bygg må det installeres nødstasjoner i nye posisjoner. Som nevnt i kapittel for risikovurdering, se kapittel 0, vil en oppgradering

etter alternativ A ikke sikre akseptabel risiko for tunnelen. Dette forutsatt at tilfredsstillelse av krav fra håndbøker benyttes som akseptkriterie for akseptabelt risikonivå.

4.1.3 Alternativ B – Anbefalte tiltak ved oppgradering

Alternativ B inneholder *alle* tiltak som er anbefalt å utføre når en oppgraderer tunnelen for å tilfredsstille TSF. Dette omfatter også tiltak for å ivareta de krav som ligger inne i Statens vegvesen sine håndbøker, tiltak som anbefales i TS rapport, tiltak som vil bidra til teknisk robuste og gode løsninger og tiltak som er fremkommet av risikovurdering for reduksjon av risikobildet i tunnelen. Tunneler er komplekse i sin oppbygging, og skifte av en type utstyr vil påvirke andre system og fører ofte til at andre system bør repareres eller skiftes ut samtidig, både av hensyn til rasjonell gjennomføring av arbeidene og forholdet til totale levetidskostnader. Det er derfor som oftest både kostnadseffektivt og mest fordelaktig for trafikantene at alle arbeider som skal gjøres i en tunnel utføres samtidig. Intensive arbeidsperioder er å foretrekke, framfor å stadig måtte stenge tunnelen for gjennomføring av mindre arbeider. Det anbefales derfor at oppgraderingen skjer i et og samme byggetrinn.

Om en sammenligner alternativ A og B, vil alternativ B gi lavere risiko for tunnelen. Det må besluttes hva som er akseptabelt risikonivå for tunnelen etter en oppgradering. Multiconsults anbefalinger bygger på benyttelse av bl.a. tilfredsstilte håndboks krav som akseptkriterie for risiko, som det er anbefalt i AskRisks risikoanalyse fra 2015 [6]. For alternativ B vil det også være en mulighet å etablere noen av de anbefalte tiltakene som kommer i tillegg til alternativ A, uten å medta alle. Det vil også være forskjell på hvor enkelt det er å innføre tiltak i ettertid av en oppgradering, dersom det skulle bli aktuelt. Dersom en velger å utbedre utforming av havari- og snunisjer bør dette gjøres under oppgraderingen. Til sammenligning vil det være enklere å evt. installere kamera på et seinere tidspunkt. En slik vurdering er ikke utført i denne utredningen. Tiltakene er listet opp under kapittel 4.2. For alternativ B er det listet opp og vist hva løsning inneholder ut over det som er den anbefalte minimumsløsningen (Alternativ A).

4.2 Tiltak og anbefalinger oppgradering

Dette kapitlet gir en kort orientering om tilstand på utstyr og utforming av Folgefonntunnelen, samt anbefalte tiltak for oppgraderingen. Under hvert punkt er det angitt hvilke tiltak som er anbefalt tatt med i alternativ 0, A og B. For detaljer rundt tekniske løsninger og mengder henvises det til tiltaksplan [5] og kostnadsanslag [9].

4.2.1 Havarinisjer og snunisjer

TSF stiller ikke krav til havarinisjer, men Statens vegvesen sin håndbok N500 stiller krav til havarinisjer pr. 500 m i tunnelen. Tunnelen har i dag 23 havarinisjer og 7 snunisjer. Dagens nisjer har ikke godkjent utforming, noe som øker risiko for påkjørsel ved bruk av nisjene, samt gjør det vanskelig og tidkrevende å benytte nisjene for å snu i tunnelen.

For alternativ A opprettes det nye havarinisjer i forbindelse med planlagte nye tekniske bygg. For alternativ B utbedres eksisterende nisjer til godkjent utforming.

4.2.2 Strømforsyning og nødstrømsystem

Tunnelen forsynes i dag fra 4 tekniske bygg, samt 4 underfordelinger plassert i container. Tilstand på containere tilsier at disse kan bli stående til oppgradering skal utføres. Anlegget forsynes i dag fra to ulike nettselskaper, og har et spenningssystem som ikke lenger er vanlig løsning ved bygging av tunneler. Det er i dagens tunneler krav til at sikkerhetskritisk utstyr skal ha nødstrømsforsyning og forsynes fra avbruddsfri

strømforsyning (UPS). Det er ikke kapasitet til å henge nye sikkerhetsinstallasjoner på eksisterende forsyning.

Eventuelle nye installasjoner ved oppgradering av tunnelen vil medføre endringer som tilsier at eksisterende tekniske bygg må erstattes med nye. For å kunne holde eksisterende sikkerhetsinstallasjoner i drift under oppgradering - til nye installasjoner er testet og satt i drift - anbefales det å etablere nye tekniske bygg i nye posisjoner. Det må da bygges nye nisjer for plassering av bygg. Det er tatt med 11 nye tekniske bygg i kostnadsanslaget. Dette er basert på anbefalt avstand mellom bygg, men antall optimaliseres under prosjektering for oppgradering.

4.2.3 Belysning

Deler av belysningen er skiftet ut i 2018/2019. Lysarmaturer er skiftet 1:1, uten endring av lysstyrke. Sikkerhetsbelysning har batteri plassert i armaturene. Det er etter oppgradering av belysning 2019 foretatt lysberegninger for å dokumentere nivå på eksisterende belysning. Med henvisning til tabeller i håndbok V124 [11] og håndbok N500 oppfylder dagens belysning et sted mellom 20 og 25% av dagens krav til belysning i sonene ved tunnelportalene. Krav til belysning i innkjøringssoner vurderes som ikke tilfredsstillende i henhold til TSF, og må oppgraderes. Ved bytte av belysning anbefales det å inkludere etablering av kabelbro, som også medfører flytting av eksisterende strålekabel for radio og nødnett. Nye armaturer for sikkerhetsbelysning bør forsynes fra UPS plassert i nye teknisk bygg. Dagens løsning med batteripakke i armatur er ikke gunstig med tanke på drift og vedlikehold.

Alternativ 0: Som preventivt tiltak frem mot oppgradering kan nedsetting av fartsgrensen til 60 km/t i begge portaler være med på å øke sikkerhetsnivået under dagens belysningsforhold.

Alternativ A: Det kan argumenteres for at belysning i indre sone ikke er i strid med krav i TSF. Men grunnet andre tiltak som medfører nye tekniske bygg og nytt spenningssystem (rømningslys, føringskant, nye nødstasjoner etc.) anbefales det at belysning i indre sone også å utbedres i alternativ A, da det blir krevende å ivareta eksisterende løsningen etter oppgraderingen.

Alternativ B: Full oppgradering av belysning. Punktvis tilleggsbelysning vurderes under prosjektering for å bryte monotoni.

4.2.4 Rømningslys

Rømningslys i tunneler er plassert i lav høyde, maksimalt 1 m over sideareal, og skal lede trafikantene ut av tunnelen ved en nødsituasjon. Både TSF og Hb. N500 stiller krav til at det skal være installert et slikt system. Det er ikke rømningslys i tunnelen i dag. Hb. N500 stiller krav til at rømningslys utføres som sammenhengende lyslist. Det anbefales at denne monteres på føringskant, og inngår i alternativ A og B.

4.2.5 Ventilasjon

Det er i dag installert ventilasjon i tunnelen. Ved brann startes ventilasjonen manuelt og alltid med trekkretning mot Austrepollen, med mindre annet angis av brannvesenet. Brannventilasjonen gir så en trekk på 1-2 m/s som er i henhold til dagens krav. TSF gir ikke krav til ventilasjon i tunnelen, men eksisterende ventilasjonsnivå må opprettholdes. Ventilasjon ansees som en svært viktig sikkerhetsinstallasjon ved brann, og det vurderes derfor ikke som et reelt alternativ at det skal installeres et nytt ventilasjonsanlegg i tunnelen uten at dette oppgraderes med kapasitet i henhold til dagens krav. Full oppgradering av ventilasjon er derfor vurdert til å inngå i kostnadsanslag for både alternativ A og B.

Statens vegvesen opplyser om at det ved ugunstige værforhold som vind mot portal i Austrepollen, er for lite kapasitet på ventilasjonsanlegget til å klare å ventilere ut denne retningen. Det forventes at anlegget er dimensjonert for 5 MW brann, som var krav når tunnelen ble bygget. Nye ventilasjonsberegninger er utført med dagens krav til 50 MW brann og basert på dette er det anslått en mengde og størrelse på ventilatorer for bruk i kostnadsanslag.

4.2.6 Skilt, signaler og bommer

Trinn 0, før oppgraderingen: Ny skilting i dagsoner og automatiske bommer før tunnel. Ny friteksttavle i Odda. Reduksjon av fartsgrense i portalområde Austrepollen til 60 km/t.

A: I tillegg til tiltak beskrevet i alternativ 0 kommer skilting av nye sikkerhetsinstallasjoner, bl.a. skilting av havarinisje, radioskilt, hastighetsskilt og nødstasjoner.

B: I tillegg til tiltak beskrevet i alternativ 0 og B kommer skilting av snunisjer og nye skilt 916 med avstandsmarkering pr. km.

4.2.7 Nødstasjoner

Nødstasjoner skal inneholde nødtelefon og brannslukkere. Tunnelen har i dag nødstasjoner som ivaretar krav til innhold og avstand, men er ikke skjermet for påkjøringsfare og tilfredsstillende ikke krav til universell utforming. Ved etablering av ny føringskant, må det installeres nye nødstasjoner i nye posisjoner. I havarinisjer plasseres nødstasjoner i kiosk, og i tunnelen ellers plasseres de ved føringskant.

4.2.8 ITV-overvåkning

ITV-overvåkning gir VTS mulighet for å hente opp kamerabilder fra tunnelen. Dette kan være et godt hjelpemiddel ved en hendelse slik som å få oversikt over en eventuell situasjon og bekrefte hvor en hendelse har funnet sted.

Alternativ 0 og A: Det installeres kamera for overvåkning av nye automatiske bommer.

Alternativ B: Det installeres i tillegg kamera for overvåkning av hele tunnelen.

4.2.9 Nødnett og radiokringkasting

Det er installert utstyr for Tetra nødnett og DAB kringkasting i tunnelen, med mulighet for innsnakk. Det er ikke behov for å bytte dette basert på tilstand. Grunnet nye installasjoner i tunnelheng, må eksisterende strålekabel byttes. Det må installeres radioutstyr i nye tekniske bygg. Eksisterende utstyr vurderes flyttet til nye tekniske bygg under detaljprosjektering.

Tiltak inngår i alternativ A og B.

4.2.10 Høyttalesystem

Hb. N500 stiller krav til høyttalesystem i hele tunnelens lengderetning. Tunnelen har ikke dette i dag. Høyttalesystem benyttes for å kunne gi melding til trafikanter som befinner seg i tunnelrommet, for å kunne gi informasjon ved en hendelse. Høyttalesystem inngår i alternativ B.

4.2.11 *Slokkevann*

Det er ikke tilgjengelig slokkevann i tunnelen, og dagens løsning er at brannvesenet medtar egen tankvogn på minst 6 m³. Risikovurdering fra AskRisk [se vedlegg 6] konkluderer med at dagens løsning er tilstrekkelig. Løsning med bruk av tankvogn vurderes som tilstrekkelig for TSF og N500.

4.2.12 *Vann og avløp*

Vann og avløpssystemet i tunnelen har flere funksjoner som er viktige for tunnelen og omgivelsene. Systemet skal sikre at det ikke samler seg eller renner vesker i vegbane eller på overflaten over lengre strekninger. Vaskevann fra tunnelen skal samles opp, og det skal være kontroll på utslipp fra anlegget, for å hindre forurensing til omgivelser. Avløpssystemet skal også være konstruert og vedlikeholdt for å hindre spredning av brannfarlige og giftige væsker. Folgefonntunnelen har i dag en langsgående og flere kryssende drensledninger, inspeksjonskummer og sandfang fra høybrekk midt i tunnelen og til utløp i portalområdene. Det mangler drensssystem fra høybrekk og ca. 500 m ut til hver side. Ledningsnettets består av drensledninger (perforert rør) med fare for forurensing av grunnen ved skader på rør eller feil under montering. Det mangler dykker i sandfangkummene og det er montert slukrist på flere av inspeksjonskummene.

Det er under utredningen gjennomført videoinspeksjon av eksisterende anlegg, men da det ikke foreligger komplett analyse av inspeksjon, er det fremdeles usikkerhet rundt omfang av eventuelle skader på eksisterende ledningsnett som må utbedres. Det er anslått at ca. 10% av ledningsnettets må utbedres, for mengder til kostnadsanslag. Det er også noe usikkerhet rundt dagens utløp, her trengs det noe kartlegging.

Alternativ 0: Etablere og innarbeide prosedyre for oppsamling av alt vaskevann i perioden frem mot oppgraderingen. Midlertidig utløpsløsning for avløpsvann i Austrepollen. Montere dykker i samtlige sandfang og å montere tett kumlokk på samtlige inspeksjonskummer.

Alternativ A: Utbedre skader og feil på eksisterende drensssystem.

Søke konsesjon hos fylkesmannen for utslipp og etablere renseløsning i Austrepollen/Eitrheim. Montere nye hjelpesluk tilpasset bankett/føringskant. Tilpassing av føringskant ved konflikt med eksisterende kummer. Evt. utvidelse av tunnelrommet for trekkerør og kabler. Drenering av nye nisjer for tekniske bygg.

Alternativ B: Etablere nye kummer for å ivareta avstandskrav fra håndbøker. Kartlegge og frostsikre portalområder i tunnelen. Etablering av ny vaskevannsledning gjennom hele tunnelen. Utvidelse av grøft. Montere nye kummer, sandfang og hjelpesluk tilpasset ny løsning.

4.2.13 *Rekkverk portalområder*

Dagens rekkverkløsning er ikke i henhold til dagens krav, og øker dermed risiko ved påkjørsel. Det anbefales at rekkverk utbedres før oppgradering, i alternativ 0.

4.2.14 *Fremmedelemer tunnelvegg*

Det er under TS inspeksjon avdekket en del utstikkende stag og armeringsjern i tunnelen som utgjør en risiko ved påkjørsel. Det anbefales at dette fjernes før oppgradering, og inngår i alternativ 0.

4.2.15 Strossing for kjøreboks

Det er ved analyse av scannedata av tunnel avdekket fire områder der det må strosses for å ivareta kjøreboks. Dette arbeidet inngår i alternativ A og B.

5 Kostnadsanslag

5.1 Anslagsmetoden

Kostnadsanslag for Folgefonntunnelen er utført etter Anslagsmetoden som beskrevet i Statens vegvesen håndbok R764 [14]. Kalkylemetoden ble utviklet som et hjelpemiddel for å kunne fremskaffe realistiske kostnadsoverslag i tidlig fase av prosjekter. Metoden bygger på suksessivprinsippet som går ut på:

- Nedbrytning av problemet fra et grovt oversiktsbilde i starten til flere detaljer etter behov (ovenfra og ned, suksessivt).
- Estimering av usikre størrelser ved hjelp av subjektive vurderinger og tredoble anslag.
- Statistiske regneregler blir kombinert med en enkel systematikk for at verktøyet skal kunne håndtere usikkerhet samtidig med en så enkel bruk som mulig.

Ved riktig bruk gir Anslagmetoden et kvalitetssikret kostnadsoverslag som skal forelegges beslutningstakere og legges til grunn for videre finansiering, prosjektstyring og usikkerhetshåndtering i prosjektet. På bakgrunn av resultatene fra kostnadsberegningen og anslagssamlingen skal man kunne fastsette prosjektets kostnadsoverslag. Resultatene foreligger i form av en forventet kostnad med usikkerhet.

For kontroll og usikkerhet av kostnader er det gjennomført en Anslagsprosess med gruppesamling 4.april 2019. Det er utarbeidet en anslagsrapport etter samlingen [9]. Gruppen var sammensatt av fagpersoner fra prosjektet, prisgivere fra Statens vegvesen, og sertifisert prosessleder og datastøtte fra Multiconsult.

5.2 Resultater kostnadsanslag

Tabell 2: Resultat kostnadsanslag. Alle tall i mill. NOK inkl. mva.

Kostnad	B	A	Null
Prisnivå	2019	2019	2019
P50 Kostnad	622,49	476,10	11,99
Forventet kostnad	627,04	479,58	12,34
Standardavvik	81,48	64,55	3,26
Relativt standardavvik	13,00 %	13,50 %	26,40 %
Krav til nøyaktighet	25 %	25 %	25 %
Sannsynlighet +/- 25%	94 %	94 %	66 %
Nedre verdi	466,87	357,07	8,99
Øvre verdi	778,12	595,12	14,98
Hovedposter			
Veg i dagen	0	0	0
Konstruksjoner	94,07	94,07	0
Fjelltunnel	100,42	66,32	3,32
Tekniske installasjoner	111,58	84,77	0,05
Andre tiltak	163,68	114,14	5,87
Byggherrekostnader	79,94	61,14	1,57
Grunnerverv	0	0	0
Usikkerhetsfaktorer	77,34	59,15	1,52
Forskjell i % av P50 for B	100 %	76,5 %	1,9 %

Komplette kalkyler for alle alternativ finnes i rapport fra anslag [9].

Statens vegvesen har bestemt at det er P50 kostnad som skal oppgis som kostnad for det enkelte prosjekt [14].

5.3 Nøyaktighet og usikkerhet i anslag

Statens vegvesen har definert følgende målsetting for kalkylenøyaktighet: Det er et mål om at alle kostnadsoverslag har minimum 70% sannsynlighet for å ligge innenfor det intervallet som bestemmes av nøyaktighetsgrensene som er satt. Det er ulike målsettinger til nøyaktighet på kostnadsoverslaget, avhengig av plangrunnlaget som ligger til grunn. Målsetting for anslag Folgefonntunnelen var en nøyaktighet på +/- 25 %.

For alternativ A og B ble akseptkravet, at kalkylen med 70% sannsynlighet skal ligge mellom +/-25%, oppfylt. For null alternativet ble det ikke det, oppnådd sannsynlighet ble 66%. Det er forventet at usikkerheten i pris er større når prosjektets omfang blir såpass lite.

Anslagsmetoden og anslagsverktøyet egner seg dårlig til utredning av alternativer. I dette prosjekt er anbefalt løsning, alternativ B, lagt til grunn i prosessen og alternativ A og null er beregnet med utgangspunkt i denne.

5.4 Konklusjon kostnadsanslag

Målet for kalkylen var å prissette 3 ulike alternativ samt finne prisnivå som med 70% sannsynlighet var innenfor +/- 25% nøyaktighet. Dette ble oppfylt for de to hovedalternativer, A og B. Kalkylene lå på henholdsvis B 94%, A 93% og 0 (null) 66% sannsynlighet. Det at usikkerheten er lavere enn forventet skyldes til en stor del at prosjektet er ganske veldefinert mht. hva det skal oppnås. Usikkerheten knytter seg i stor grad til valg av løsninger og markedssituasjon. Typisk i rehabiliteringsprosjekt er usikkerheten knyttet til hvor mye som kan gjenbrukes av eksisterende utrustning, men alternativ B, der det meste etableres nytt, reduseres denne usikkerhet. Prisgiverene uttrykte under anslagssamlingen et ønske om at mer av løsningen var definert i planleggingsnotatet med mengder, men i forhold til prosjektets nivå (utredning) stemmer det godt med at usikkerheten i forhold til løsninger vises ved at det ikke er definerte mengder for alle poster.

Et tema som ble vektlagt i analysedelen for kostnadsanslaget er trafikkavvikling og premiss om drift i eksisterende anlegg mens det nye bygges. Det er antatt at det vil være en målsetning å ha mest mulig av eksisterende anlegg i drift under byggeperioden for tunneloppgraderingen. Dette vil være krevende i planleggingen og gjennomføringsfasen.

5.5 Anleggsbidrag høyspent og fiber

I oppgradering av tunnelen kan det ventes at deler av kostnader for føringsveier dekkes inn via eksterne aktører som ønsker å legge gjennomgående trase for høyspent eller fiber gjennom tunnelen. Interessen for dette i markedet er ikke kartlagt i utredningen. En reduksjon av kostnader for ny kabelgrøfter er derfor ikke tatt med i det foreliggende kostnadsanslaget.

Dersom det meldes interesse for nye føringsveier til høyspent kan det medføre tekniske krav som gir at trase bak føringskant ikke kan benyttes. Det forventes da at ekstern aktør dekker ekstra kostnader for f.eks. utvidelse av grøft, i sin helhet.

6 Referanser

- [1] «Forskrift om minimum sikkerhetskrav til visse vegtunneler (tunnelsikkerhetsforskriften)», (FOR-2007-05-15-517).
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2007-05-15-517>
- [2] «Forskrift om minimum sikkerhetskrav til visse tunneler på fylkesvegnettet og kommunalt vegnett i Oslo (tunnelsikkerhetsforskrift for fylkesveg m.m.)», (FOR-2014-12-10-1566).
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2014-12-10-1566>
- [3] «Finansieringsbehov, Tunneloppgradering fylkesveg etter FOR 2014/1566/SD», Statens vegvesen, vegavdelinga Hordaland, mai 2017.
https://www.hordaland.no/globalassets/for-hfk/politikk/hoyringer/fiansieringsbehov-tunneloppgradering-fylkesveg-etter-for-2014_1566_sd-2....pdf
- [4] «Plan for utbedring av lange fylkesvegtunneler i Hordaland, Tunneloppgradering fylkesveg etter FOR 2014/1566/SD», Statens vegvesen, Region vest.
https://www.hordaland.no/globalassets/for-hfk/veg-og-transport/pdf/plan-for-utbetring-av-lange-fylkesvegtunneler-i-hordaland_2015_svv.pdf
- [5] «10208745-NOT-TVF-001 Premissnotat og tiltaksplan», Multiconsult, 22.03.2019.
- [6] «Risikoanalyse av Fv. 551 Folgefontunnelen», AskRisk, 18.09.2015.
- [7] «10208745-TVF-NOT-002 Risikovurdering Folgefontunnelen», Multiconsult, 22.03.2019.
- [8] «TS rapport – Vurdering av Folgefontunnelen før tiltak», Statens vegvesen, Vegavdelingen Hordaland, Plan- og forvaltningsseksjon Voss og Hardanger, 27.11.2018.
- [9] «10208745-TVF-NOT-007 Folgefontunnelen oppgradering, Kostnadsoverslag etter Anslagmetoden», Multiconsult, 26.04.2019.
- [10] «Håndbok N500, Vegtunneler», Vegdirektoratet, 2016.
- [11] «Håndbok V124, Teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning», Vegdirektoratet, 2013.
- [12] «Håndbok R764, Anslagsmetoden», Vegdirektoratet, 2014.
- [13] «10208745-TVF-NOT-004 Vurdering av ventilasjon», Multiconsult, 01.02.2019.
- [14] «10208745-TVF-NOT-005 Evakueringslys», Multiconsult, 24.02.2019.
- [15] «10208745-TVF-NOT-006 Dimensjonering ventilasjon», Multiconsult, 17.03.2019.
- [16] «Beredskapsplan Fv.551 Folgefontunnelen», Statens vegvesen, 01.06.2015.